

Tilburg University

Over de wisselwerking tussen milieu- en technologiebeleid

Smulders, J.A.

Published in:
Milieubeleid en Technologische Ontwikkeling

Publication date:
2004

[Link to publication in Tilburg University Research Portal](#)

Citation for published version (APA):
Smulders, J. A. (2004). Over de wisselwerking tussen milieu- en technologiebeleid. In H. Vollebergh, W. J. H. van Groenendaal, M. Hofkes, & R. Kemp (Eds.), *Milieubeleid en Technologische Ontwikkeling* (pp. 79-97). SDU-uitgevers.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Hoofdstuk 5

Over de wisselwerking tussen milieu- en technologiebeleid

*Sjak Smulders**

5.1 Inleiding

Naarmate meer schone technologie beschikbaar is, of door innovatie beschikbaar komt in de toekomst, is milieubeleid minder kostbaar en effectiever. Een belangrijke vraag is daarom hoe beleid deze samenhang tussen milieu en technologie kan benutten in het streven naar een duurzamere economie. Op grond van algemeen aanvaarde argumenten is overheidsingrijpen evident nodig voor zowel het behoud van het milieu als voor de ontwikkeling en diffusie van nieuwe technologie. Het is controversiëler hoe de *combinatie* van milieu- en technologiebeleid er idealiter uitziet. Dit hoofdstuk combineert inzichten uit de milieueconomie en uit de economie van technologische ontwikkeling om principes te formuleren voor de afstemming van milieu- en technologiebeleid.

Een eerste vraag is hoe groot de mogelijkheden zijn om technologische ontwikkeling in de 'groene' richting te sturen en *waar* precies beleid moet sturen om dit tot stand te brengen. Lukt milieubeleid voldoende milieu-innovatie uit? Of moet milieu-innovatie specifiek worden gestimuleerd? Kan er veel nadruk gelegd worden op de groene richting, zonder kwalijke neveneffecten op bijvoorbeeld andere vormen van maatschappelijke nuttige innovatie? Of kan innovatie beter in zijn algemeenheid gestimuleerd worden ten dienste van economische groei en concurrentiekracht? Een tweede vraag is *hoe sterk* het beleid moet sturen en welke milieu- en technologiedoelstellingen zij kan opleggen zonder tot excessieve kosten te leiden. Enerzijds willen we milieudoelstellingen halen, anderzijds mag het beleid niet tot onaanvaardbare kosten of onredelijke verdelingseffecten leiden. De gevolgen van milieubeleid op de economie als geheel moeten worden bekeken. Ten slotte vragen we *hoe* het beleid kan worden gevoerd, met welke instrumenten.

De vraag naar de verhouding tussen milieu- en technologiebeleid brengt ons vanzelf bij meer concrete actuele en relevante beleidsvragen. We denken hierbij aan de volgende discussies in het huidige Nederlandse beleid:

- Hoe kan het beleid marktprikkels organiseren die zowel milieu als technologie stimuleren? De Nederlandse praktijk heeft voornamelijk gekozen voor direct voorschrijven van milieutechnologie of sturing via convenanten tussen overheid en bedrijfsleven. De standaard inzichten uit de milieu-economie pleiten voor beleid dat niet zozeer rigide voorschriften geeft, maar prijsprikkels. Deze visie krijgt steeds meer aanhang onder beleidsmakers. Welke instrumenten zijn onder welke voorwaarden te prefereren?
- 'Demand pull' of 'technology push'? Moet het beleid technologie sturen via de vraagkant of via de aanbodkant? Nederland kiest voor het laatste, door milieubeleid af te stemmen op bestaande technologie en de diffusie te stimuleren (vergelijk Pieters *et al.* 2001). De neoklassieke theorie bepleit daarentegen het eerste: wanneer milieuschaarste via bijvoorbeeld milieuheffingen een prijskaartje krijgt, dan lokt dat vanzelf innovatie

* Met dank aan Herman Vollebergh, Frans de Vries en speciaal aan Bert Minne voor zeer uitgebreid en nuttig commentaar op een eerdere versie. Alle verantwoordelijkheid blijft uiteraard bij de auteur.

uit; bij ernstige milieuproblemen moet een hoge milieuheffing nieuwe technologie 'forcen'.

- Welke rol moet de overheid spelen in het tot stand brengen van 'transities', dat wil zeggen overgangen naar nieuwe systemen van samenhangende technologieën, zoals bijvoorbeeld een duurzaam transport- of energiesysteem? Zo'n overgang vereist afstemming van innovatie en investeringen tussen de vele betrokken marktpartijen. Enerzijds lijkt de overheid de aangewezen persoon hun acties te coördineren en richting te geven (om de 'coordination failure' te doorbreken). Anderzijds ontstaat het gevaar dat een centraal gecoördineerde transitie naar een nieuwe technologie achteraf niet commercieel levensvatbaar blijkt te zijn: 'picking winners' is lastig en kan leiden tot 'lock-in' in een verkeerde technologie.

We combineren in dit hoofdstuk welvaartstheorie, de neoklassieke visie en de evolutionaire benadering van de economie om na te gaan waar, in welke mate en met welke instrumenten milieu- en technologiebeleid in onderlinge samenhang gevoerd kunnen worden. We bouwen hierbij op de literatuur over de wisselwerking tussen beide vormen van beleid die de laatste jaren langzaam op gang komt (zie Grubb en Ulph, 2002; Jaffe *et al.*, 2003). Onze invalshoek is niet zozeer micro-economisch, zoals in de meeste andere hoofdstukken in dit boek; we bekijken ook de dwarsverbindingen over sectoren en die tussen bedrijfsbeslissingen en overheidsfinanciën, omdat het streven naar een duurzamere samenleving een inspanning vergt die grote delen van de economie treft. De nadruk ligt nu niet op de internationale aspecten en beperkingen die Nederland ondervindt in milieu- en technologiebeleid omdat ze een open economie is. Dit komt aan de orde in Hoofdstuk 10.

In paragraaf 5.2 gaan we allereerst in op de reikwijdte van milieutechnologie en de potentiële rol van innovatie in het verlagen van de kosten van het oplossen van milieuproblemen. We doen dit aan de hand van een voorbeeld over de rol van technologie bij klimaatbeleid. In paragraaf 5.3 formuleren we waar, in welke mate en met welke instrumenten het - op grond van de economische theorie - gerechtvaardigd is om beleid te voeren, als het doel is de welvaart te bevorderen. In paragraaf 5.4 combineren we dan deze inzichten met de inzichten uit de literatuur over technologie en milieu om de hoofdprincipes af te leiden voor de keuze van instrumenten voor milieu- en technologiebeleid. De hoofdprincipes zijn in de praktijk een onmisbare richtlijn, maar ook nog te weinig gedetailleerd om aan de weerbarstige praktijk het hoofd te bieden. Daarom bespreken we in paragraaf 5.5 verfijningen van de hoofdprincipes. In de conclusies proberen we dan op basis van de behandelde principes een antwoord op de bovenstaande vragen te formuleren.

5.2 Milieu en innovatie

De wisselwerking tussen milieu en innovatie kent vele aspecten. Niet alleen beïnvloedt innovatie de trend in emissies in de toekomst en de mogelijkheden om emissies te reduceren. Omgekeerd gaat ook een invloed uit van milieubeleid op innovatie. We verduidelijken deze wisselwerking eerst met een voorbeeld om daarna enkele algemene kenmerken van de interactie tussen milieu en technologie te bespreken en de hieruit voortvloeiende uitdagingen voor het beleid te schetsen.

5.2.1 Milieu en innovatie in het klimaatbeleid

Als voorbeeld van de interactie tussen milieu en innovatie bekijken we het klimaatprobleem. De uitstoot van CO₂ heeft serieuze gevolgen voor het klimaat. De welvaart van toekomstige generaties is gebaat bij emissiereducties. Omdat huidige generaties (consumenten en producenten) onvoldoende rekening houden met de effecten van hun emissies op de welvaart, zijn emissies te hoog en is er sprake van een economisch milieuprobleem. De kosten van klimaatverandering komen niet tot uitdrukking in de prijs van fossiele brandstoffen, wat leidt tot een relatief lage energieprij. De lage energieprij stimuleert energiegebruik, maakt bestaande energiezuinige apparatuur onrendabel en remt de ontwikkeling van energiebesparende technologie. De economie als geheel is helemaal ingesteld op en afhankelijk van het overvloedig gebruik van goedkope fossiele brandstoffen en electriciteit.

Een manier om het excessief energiegebruik aan te pakken is een milieuheffing die de brandstofprijs verhoogt. Dit geeft consumenten en producenten de prikkel om brandstofverbruik te reduceren. Indirect kan dit ook de innovatie beïnvloeden. Het positieve scenario is de situatie waarin de hoge energieprij schone en energiezuinige technologie rendabel maakt en diffusie en innovatie uitlokt. Er is ook een negatief scenario mogelijk, waarin energie-intensieve sectoren sterk getroffen worden door de energiehelling, hun productie moeten inkrimpen en dus ook weinig geld meer over hebben voor investeringen, product- en procesinnovatie. Het milieubeleid drukt in dit scenario traditionele (niet-milieu-gerelateerde) investeringen en innovatie weg. In een negatief scenario lokt het milieubeleid mogelijk ook weinig milieu-gerelateerde innovatie uit. De economie is als geheel afgestemd op fossiele brandstoffen. Een enkele ondernemer kan weinig uitrichten om dit te veranderen. Alleen bij gecoördineerde investeringen in de richting van een nieuw energie- en transportsysteem is zo'n innovatie rendabel, maar deze coördinatie komt moeilijk tot stand.

De empirische literatuur vindt – in de lijn van het positieve scenario – op micro-niveau ondersteuning voor het uitlokken van innovatie door energie- en milieubeleid (Newell *et al.*, 1999). Op macro-niveau gaan de effecten eerder richting het negatieve scenario: schone technologie komt nauwelijks van de grond (Grubb en Ulph, 2002), terwijl milieubeleid conventionele investeringen en onderzoeksactiviteiten wegdrukt (zie Jaffe *et al.*, 1995).

De vraag is of het negatieve scenario, waarin innovatie uitblijft en de kosten van milieubeleid dus hoog zijn, kan worden voorkomen door direct schone technologie te stimuleren. Er bestaat een heel menu aan beleidsopties die aangrijpen bij technologie. De gangbare manier is het vergunningenbeleid gekoppeld aan technologielijsten met 'Best available technologie'. Economen hebben aangevoerd dat dit te weinig keuzemogelijkheden geeft voor ondernemers om de goedkoopste en best passende optie te kiezen. Bovendien leidt het tot grote vertragingen tussen het beschikbaar komen van nieuwe technologie en de aanpassing van het vergunningbeleid. Diffusie blijft dan traag en de lange implementatietijd schrikt ontwikkelaars van nieuwe technologie af (Krozer 2002). Technologiebeleid kan ook de vorm aannemen van directe steun aan innovatieprojecten, aankoopbeleid door de overheid en informatieversteking over de beschikbare schone technologieën.

5.2.2 Wat is milieutechnologie?

Het voorbeeld uit de vorige paragraaf geeft zicht op enkele meer algemene kenmerken van de interactie tussen milieu en technologie. Ten eerste is milieutechnologie *verweven* met

technologie in zijn algemeenheid. Ten tweede zijn afzonderlijke investeringen in milieu-technologie vaak niet los te zien van elkaar maar juist *complementair*. Ten derde zijn allerlei economische variabelen, waaronder milieu- en technologiebeleid, van invloed op technologie; dus technologie is *endogeen*. Deze kenmerken leiden ertoe dat milieu-innovatie niet alleen moeilijk is te definiëren, maar ook moeilijk te sturen.

Milieu problemen verminderen naarmate meer technologie ingezet wordt om te produceren met minder milieudruk per eenheid productie. We zouden deze technologie milieutechnologie kunnen noemen. Wanneer nieuwe milieutechnologie beschikbaar komt is sprake van milieu-*innovatie*¹ Door *adoptie* van de technologie door verschillende gebruikers, verspreidt nieuwe milieutechnologie zich (*diffusie*).

Als eerste kenmerk vermelden we dat milieutechnologie een heel spectrum omvat, van eenduidig als milieu-gerelateerde apparaten tot complex samenhangende technologieën. In enge zin is er milieutechnologie te onderscheiden in de vorm van gespecialiseerde apparatuur voor waterzuivering, afvalstoffenverwerking, en andere vormen van toegevoegde zuiveringstechniek ('end-of-pipe technologies'). In ruimere zin zijn er 'schone procestechnologieën' of milieuvriendelijke producten (geïntegreerde technologie, als contrast met end-of-pipe technologie), die in principe in iedere sector een plaats kunnen krijgen. Milieu-aspecten zijn een integraal aspect van technologie in zijn algemeenheid. Milieu-innovatie in ruime zin is daardoor een diffuus verschijnsel, relevant door de hele economie (Fukasaku, 2000).

Een tweede kenmerk van milieutechnologie is dat het in belangrijke gevallen gepaard gaat met complexe interacties tussen sectoren. De reden is dat milieu problemen vaak gekoppeld zijn aan het gebruik van bepaalde (grond)stoffen, die in bepaalde sectoren worden geproduceerd en in vele andere gebruikt als input. Denk aan emissies bij verbranding van fossiele energie en aan afvalstoffen. Verschillende sectoren zijn afhankelijk van ieder van deze grondstoffen in de zin dat hun technologie is aangepast en afgestemd op deze grondstoffen. Als de stof vervuילend blijkt te zijn en de vervuiling moet worden teruggedrongen dan zijn grofweg twee belangrijke mechanismen te onderscheiden: substitutie naar andere (bekende) inputs en producten aan de ene kant, en invoeren van nieuwe processen en vervangende grondstoffen aan de andere kant. Het eerste is de meest voor de hand liggende reactie: bedrijven proberen hun activiteiten te verleggen naar een assortiment dat minder gebruik maakt van de schadelijke stof of verhogen hun prijs waardoor de afnemer de switch naar andere producten maakt. Het tweede mechanisme, innovatie, vergt meer. Grote voordelen komen pas als alle sectoren die de grondstof gebruiken hun investeringen onderling zouden afstemmen. Er is sprake van complementaire investeringen: investeringen en innovaties in de ene sector zijn pas lonend als ook andere sectoren investeren en innoveren. Dit leidt tot een coördinatie probleem zodat de vraag rijst hoe voldoende kritische massa ontstaat en hoe we voorkomen dat ieder op de ander zit te wachten. Systeeminnovaties, overschakelingen naar radicaal andere samenhangende complexen van technologieën, komen hierdoor moeilijk tot stand. Voorbeelden zijn transportsystemen en energiesystemen.

Ten derde willen we benadrukken dat technologie een endogene uitkomst is van allerlei economische processen. De aard en omvang van technologische verandering hangt af van vele economische factoren (de verwachte kosten en opbrengsten van innovatie) en sociale factoren. Dat betekent enerzijds dat er de mogelijkheid bestaat om via beleid meer schone technologie uit te lokken en zo de kosten van milieubeleid te drukken; immers, be-

¹ Kemp (2003) definieert milieu-innovatie als innovatie met milieuvoordelen.

leid kan de prikkels tot innovatie beïnvloeden. Maar anderzijds betekent het ook dat technologische vooruitgang niet als een 'gratis lunch' komt. Technologische verandering vergt investeringen in onderzoek en ontwikkeling, in de vorm van onderzoekstijd, proefopstellingen en experimenten, leertijd, enzovoort. Ook zijn er opportunitetskosten: als meer inspanning en tijd wordt gericht op schone technologie dan is er minder tijd voor andere soort innovatie. Schonere technologieën verlagen de kosten van milieubeleid, maar zijn zelf niet kosteloos.

Een innovatieve economie kan, paradoxaal genoeg, te maken krijgen met hogere kosten van milieubeleid dan een minder innovatieve economie. De reden is dat milieubeleid activiteiten in bepaalde sectoren duurder maken, hun afzet verkleint en dus de winstmogelijkheden voor expansie door product- en procesinnovatie in deze sectoren vermindert. Milieubeleid drukt traditionele investeringen en innovatie in vervuilende sectoren weg (Schmalensee, 1994; Smulders, 1998; Goulder en Schneider, 1999). Milieubeleid heeft dus twee tegengestelde effecten op innovatie: het stimuleert mogelijk milieu-innovatie maar kan ten koste gaan van traditionele innovatie.

5.2.3 Uitdagingen voor het beleid

Het feit dat milieutechnologie onscheidbaar is van technologie in zijn algemeenheid en dat technologie endogeen is, leidt tot grote uitdagingen voor het beleid. Milieu-innovatie kan een bijdrage leveren aan een beter milieu, maar de omstandigheden en de vorm van het beleid bepalen of the milieu-innovatie aanslaat en in welke mate de milieu-innovatie effect heeft. Een zelfde innovatie creëert ander milieu-effect bij ander milieubeleid.

Neem het voorbeeld van een energie-zuiniger apparaat (zeg afwasmachine), met hogere productiekosten dan het oude model. Consumenten zijn eerder bereid te kiezen voor het nieuwe model, naarmate de hogere aanschafprijs meer opweegt tegen de besparingen op de energierekening. Hoe hoger de energieprijs is, hoe sneller dit zal gebeuren. Hogere milieubelastingen en energieheffingen zullen daardoor een groter milieu-effect uitlokken. Maar dezelfde milieu-innovatie kan uiteindelijk ook slecht uitpakken voor het milieu door de vormgeving van het milieubeleid. Stel dat consumenten inderdaad energie-zuiniger apparaten aanschaffen zodra deze via innovatie beschikbaar komen. Omdat ze hun energierekening fors zien dalen, wordt het aantrekkelijk meer gebruik te maken van de machine (meer huishoudens kopen een afwasmachine). Als milieubeleid vasthoudt aan een onveranderlijke milieueffing kan het totale energieverbruik kan daarom stijgen door de innovatie, terwijl een alternatieve vormgeving van milieubeleid (verhandelbare quota's of een hoeveelheidsdoelstelling) het energieverbruik laat dalen.

Overigens illustreert dit voorbeeld aspecten van de bekende tegenstelling tussen economische groei en milieu. Innovatie stimuleert groei, maar groei kan gepaard gaan met grotere milieudruk. Om de negatieve effecten van economische groei op het milieu tegen te gaan moet het milieubeleid steeds worden afgestemd op de groei. In een groeiende economie zal de vervuiling alleen beperkt worden als ook de prijs van vervuiling meegroeit, via stijgende milieueffingen (Smulders, 2000).² Bij adequate aanpassingen van het milieu-

² Hoe snel de prijs van milieugoederen moet stijgen wanneer het nationale inkomen groeit hangt af van de aard van het groeiproces en van de preferenties voor een schoon milieu. Met een stijging van het nationaal inkomen zou de voorkeur voor een schoon milieu relatief sterk kunnen toenemen waardoor een relatief sterke reductie in vervuiling gewenst is. Anderzijds wint gedurende het groeiproces de relatief milieu-extensieve dienstensector aan belang ten opzichte van de industriële sector en treedt vanzelf al een zekere relatieve ontkoppeling op tussen groei en milieudruk. Algemeen geldende tendensen zijn echter niet te ge-

beleid verdwijnt juist de tegenstelling tussen groei en milieu: de groei in productiemogelijkheden door innovatie levert dan de ruimte om vervuilende productie terug te dringen zonder de totale economie te laten krimpen.

Vele vormen van beleid – en niet alleen milieutechnologiebeleid – kunnen zo invloed hebben op milieutechnologie. Het is daarom zinnig milieu- en technologiebeleid te zien in een macro-economische context. Het beleid kan zich niet eenzijdig concentreren op het stimuleren van milieutechnologie, maar moet zich steeds afvragen in hoeverre milieubeleid innovatie belemmert dan wel uitlokt en in hoeverre innovatie positieve of negatieve gevolgen voor het milieu heeft.

Omdat milieutechnologie verweven is met de totale economie wordt ambitieus milieubeleid lastiger. De ambitie van het Nederlandse milieubeleid is om ontwikkeling en diffusie van nieuwe milieutechnologie in te zetten voor het streven naar een duurzamere economie. In eerste instantie richtte het beleid zich op milieutechnologie in enge zin ('schoonmaak technologie'). In de jaren tachtig is het beleid verschoven naar de geïntegreerde technologie en nu praten we over transities en het beïnvloeden van complexen van samenhangende technologieën. De begrippen milieutechnologie en milieu-innovatie zijn hierdoor omvangrijker en diffuser geworden. Dit biedt beleidsmakers en lobbygroepen veel ruimte om eigen doeleinden opportunistisch als milieutechnologie aan te prijzen en geeft de overheid de neiging beleid steeds bij te stellen (en zo haar betrouwbaarheid te verspelen).

Innovatie stelt ons dus voor keuzen. Moet een nieuwe vervuilende technologie of product geweerd worden om het milieu te sparen ten koste van de groei? Uiteindelijk moet er een afweging zijn op grond van duidelijk omschreven doelstellingen en prioriteiten. De ruimste doelstelling is te vatten onder de noemer welvaart, waarbij ons uiteraard een breed welvaartsbegrip voor ogen staat met zowel economische groei als milieukwaliteit, en nog vele andere factoren, als bepalende factoren. In paragraaf 5.3 gaan we verder in op deze welvaartsdoelstelling als onderbouwing voor milieubeleid.

5.3 Beleidscriteria

Hoewel het duidelijk is dat het oplossen van milieuproblemen overheidsingrijpen vergt, blijft het probleem tot welke prijs moet worden ingegrepen, waar moet worden ingegrepen, met welke doelstelling en welke instrumenten. Om de ideale afstemming tussen milieu- en technologiebeleid te bepalen moeten we de gemeenschappelijke doelstelling weten. Subdoelstellingen, zoals te bereiken milieudoelen of bevordering van bepaalde technologieën, vloeien idealiter voort uit de hoofddoelstelling van het verbeteren van de algemene welvaart. We gaan in deze paragraaf na hoe de economische invalshoek (en hierbinnen onderscheiden we de neoklassieke en evolutionaire) een antwoord geeft op deze vragen.

5.3.1 Externaliteiten als motivatie voor beleid

Waar moet de overheid ingrijpen? De gangbare economische visie zegt: daar waar de markt kansen om de welvaart te verhogen laat liggen, omdat bepaalde initiatieven wel aan de algemene welvaart, maar niet aan de initiatiefnemers of hun bedrijfsresultaat ten gunste komen. In deze situaties is sprake van *externaliteiten* of *marktfalen* en leidt het spel van vraag

ven: hoewel de dienstensector relatief weinig traditionele vervuilingsemissies genereert, stijgt het elektriciteitsgebruik snel door de inzet van de computer en is grote vervuiling toe te schrijven aan de dienstensectoren rond vrije tijd en toerisme door het toegenomen vlieg- en transportbewegingen.

en aanbod niet tot de hoogst mogelijke welvaart. Terwijl voor afzonderlijke marktpartijen de private baten niet opwegen tegen de private kosten, zijn de maatschappelijke netto baten in zo'n situatie wel positief. *Negatieve externaliteiten* treden op bij milieu: milieubeleid kan de welvaart verhogen wanneer private marktpartijen niet de maatschappelijke kosten van vervuiling in rekening gebracht zien en meer aan vervuiling creëren dan maatschappelijk wenselijk is. *Positieve externaliteiten* treden op bij innovatie: technologiebeleid kan de welvaart verhogen wanneer de voordelen van de introductie van nieuwe technologie onvoldoende ten goede komen aan de innoverende ondernemer.

Naast positieve en negatieve externaliteiten zijn er *netwerk externaliteiten*. Soms laten bedrijven of consumenten kansen liggen om de welvaart te verhogen omdat ze pas bereid zijn in actie te komen als ook anderen in actie komen. Consumenten laten zich leiden door wat hun omgeving doet en zijn minder bereid eenzijdig over te schakelen op milieuvriendelijke producten of levenswijze als ze daarmee sociaal uit de pas gaan lopen. Producenten van nieuwe technologie zijn afhankelijk van de bereidheid van managers om hun productiewijzen aan te passen en noodzakelijke aanvullende investeringen te doen. Wanneer technologieën afkomstig van verschillende aanbieders samenhangen, dan is investering in verbetering van deze technologieën afzonderlijk misschien weinig winstgevend, maar gecoördineerde investering des te meer. Er is dan een coördinatiegebrek (ook wel aangeduid met netwerk externaliteit). Het leidt ertoe dat de maatschappij opgesloten raakt in inferieure technologieën (lock-in).

Om beleid op het gebied van milieu en technologie te evalueren moeten we volgens deze visie dus steeds marktfalen blootleggen (zie volgende paragraaf). Het meest effectieve beleid compenseert direct het marktfalen, zorgt voor internalisatie van externaliteiten, en lost coördinatieproblemen op.

5.3.2 Milieu of technologie als doelstelling?

Hoeveel moet de overheid ingrijpen? Hoe strict moet ze haar doelstellingen stellen en op wat voor soort doelstellingen moet ze stellen? Het optimale beleid maximaliseert de welvaart. Het is aan de burger en aan de politiek te bepalen wat de welvaart bepaalt, of preciezer, hoe verschillende aspecten van de welvaartbeleving tegen elkaar opwegen. In deze visie vergt ieder beleidsvoorstel een kosten-baten analyse waarin alle maatschappelijke kosten en baten van het voorstel vergelijkbaar worden gemaakt.³

Milieubeleid kan alleen optimaal vorm krijgen, als we alle kosten en baten ervan in kaart kunnen brengen. Deze taak is vaak moeilijk, met name door de grote problemen bij het vaststellen van de te verwachte milieuschade. We kunnen bijvoorbeeld nagaan of afvalverbranding aantrekkelijker is dan afvalopslag door kosten en baten te vergelijken; het is dan problematisch om de kosten te bepalen van stankoverlast en verlies aan landschap.

Het loont vaak al de moeite om een gegeven milieudoelstelling te realiseren tegen minimale kosten. Het klimaatbeleid is hiervan een voorbeeld: in plaats van op zoek te gaan naar de emissiereductiedoelstelling en het bijbehorende instrumentarium waarvoor de maatschappelijke netto baten het grootst zijn (optimaliteit), probeert het beleid een gegeven emissiereductiedoelstelling tegen de laagste maatschappelijke kosten te bereiken (kos-

³ Traditioneel is er het onderscheid tussen efficiency en verdeling als doelstellingen. Efficiency zorgt voor maximalisering van de welvaart op basis van een euro-voor-euro weging van de effecten voor verschillende personen. Verdelingsaspecten kunnen meegenomen worden in het brede welvaartsbegrip door aan de gemonetariseerde effecten voor bijvoorbeeld lage inkomensgroepen een hoger gewicht toe te kennen in de kosten-baten analyse.

teneffectiviteit). Een uitputtende calculatie van marginale baten kan initieel, als een eerste stap, achterwege blijven. Alle aandacht richt zich dan op gemakkelijker te bepalen kosten van milieumaatregelen, die op macro-economisch niveau optreden in de vorm van effecten op inkomen, groei en werkgelegenheid. De tweede stap is aanpassen en bijstellen van de milieudoelstelling. Waar *optimaal* beleid de welvaart maximaliseert, realiseert *kosteneffectief* beleid bepaalde subdoelstellingen tegen de kleinste algemene welvaartskosten. Als de subdoelstelling niet al te ambitieus is gekozen (en zo iets blijkt pas achteraf), draagt kosteneffectief beleid bij tot hogere welvaart (het halen van de subdoelstelling compenseert ruimschoots voor de kosten), maar haalt niet het onderste uit de kan.

Onzekerheid over kosten en baten beperkt de mogelijkheden een kosten-baten calculatie te maken en te streven naar kosten-effectief beleid. Bij gebrek aan informatie over de aard, omvang en statistische verdeling van de kosten en baten moet de overheid een gok wagen. Zij moet handelen uit voorzorg door prioriteiten toe te kennen aan bepaalde aspecten van de welvaart (bijvoorbeeld veiligheid, gezondheid), hiervoor doelstellingen te formuleren (bijvoorbeeld maximum concentratienormen voor vervuiling, 'safe minimum standards', of een verbod op gebruik van stoffen zoals asbest) en bereid te zijn tegen alle (redelijke) kosten aan deze doelstelling te voldoen. Hoewel dus uiteindelijk verhogen van de welvaart het doel is, is ze aldus genoodzaakt aan te sturen via een specifiekere subdoelstelling.

Zowel na kosten-baten analyses als in de gevallen van grote onzekerheid, operationaliseren expliciete subdoelstellingen het beleid. De praktijk kiest vaak een subdoelstelling op milieugebied, bijvoorbeeld emissienormen of geluidsnormen voor een bepaald woongebied. Dit is zinnig omdat milieuwaarden direct de welvaartbeleving beïnvloeden. Subdoelstellingen op technologiegebied, in de vorm van eisen aan productiewijzen en emissies per eenheid product (vergunningen stelsel) of penetratie-doelstellingen voor nieuwe technologieën, zijn minder goed te beschouwen als zelfstandige doelstellingen, omdat ze geen direct verband houden met de welvaartsbeleving. Technologie-doelstellingen zouden steeds duidelijk verantwoord moeten worden op grond van andere doelstellingen. Er moet bijvoorbeeld duidelijk blijken dat als de technologie-doelstelling gehaald wordt ook de milieudoelstelling tegen lage kosten wordt gehaald.⁴ Of er moet een positieve kosten-baten analyse liggen die aantoont dat het maatschappelijk surplus omhoog gaat.

Onzekerheid (en complexiteit van het verband tussen milieu, technologie en economie) beïnvloedt in hoge mate de mogelijkheid zinnige – dat wil zeggen welvaartsmaximaliserende – doelstellingen te formuleren. Vaak is onbekend wat de invloed is van bepaalde beleidsmaatregelen op de reactie van de markt, of hoe groot de externaliteiten zijn. Onder dergelijke grote onzekerheid is het adequaat bijstellen van doelstellingen belangrijk en is veel aandacht vereist voor beleidsprocedures. De procedures moeten garanderen dat informatie boven tafel komt en dat de betrokken partijen snel en adequaat kunnen reageren op nieuwe informatie.⁵

5.3.3 Beleidsinstrumenten

Hoe moet de overheid ingrijpen? De neoklassieke theorie stelt niet alleen dat externaliteiten een rol voor overheidsingrijpen rechtvaardigen, maar ook hoe dat overheidsingrijpen het meest efficiënt kan geschieden door marktgerichte beleidsinstrumenten (bijvoorbeeld

⁴ Dit staat bekend onder de term BATNEEC (Best available technique not entailing excessive costs).

⁵ Voorbeelden zijn strategisch niche management en transitiebeleid (zie Hoofdstuk 2).

Baumol en Oates, 1988). Deze theorie gaat ervan uit dat individuen (bedrijven) hun eigen nut (winst) maximaliseren binnen de mogelijkheden die markten hun bieden, maar dat zij de neveneffecten van hun handelen, die optreden buiten markten om, onvoldoende in hun beslissingen meenemen. De overheid dient extra prikkels te creëren om het handelen in goede banen te leiden. Door via prijsveranderingen winstprikkel te beïnvloeden ontlokt de overheid de gewenste gedragsverandering van rationeel op prikkels reagerende agenten.

De evolutionaire economische theorie komt mogelijk tot andere aanbevelingen. Deze legt minder nadruk op de reactie van individuen op prijsprikkel. Door de complexiteit van de economie en de onzekerheid over de gevolgen van individuele beslissingen, is het voor individuen in deze visie onmogelijk om te berekenen wat de beste reactie is op iedere prikkel. In plaats van gerationaliseerde berekende strategieën reageren zij volgens bepaalde vuistregels of routines, die in het verleden tot bevredigende resultaten hebben geleid. Deze vuistregels kunnen sterk verschillen tussen individuen en tussen bedrijven. Zij worden niet onmiddellijk aangepast aan veranderde omstandigheden, omdat de gevolgen van de veranderingen niet direct zijn te overzien of anticiperen. Oude routines worden pas verlaten als ze na verloop van tijd geen bevredigende resultaten meer blijken op te leveren. Maar waar individuen niet in staat zijn alle gevolgen van hun gedrag te anticiperen, rekent de markt genadeloos af met gedrag dat de prijsprikkel niet volgt. Verliesgevend bedrijven overleven niet, terwijl winstgevend bedrijven marktaandeel winnen (Nelson en Winter, 1973 en 1982).

Ook in deze evolutionaire visie spelen externaliteiten een rol: wanneer maatschappelijke kosten (van bijvoorbeeld milieuvervuiling) en baten (van bijvoorbeeld kennisontwikkeling) niet tot uitdrukking komen in de marktprijzen spoort de selectie door de markt niet met wat sociaal wenselijk is. Overheidsbeleid grijpt hier niet direct aan bij gedrag, maar bij selectie. Milieuheffingen zullen niet direct – of althans minder dan in de neoklassieke theorie – leiden tot milieuvriendelijker gedrag, maar via lagere winsten leiden tot lagere overlevingskansen voor individuen en bedrijven die geneigd zijn een minder milieuvriendelijke strategie te volgen. Aldus kan ook in de evolutionaire economische theorie een pleidooi gehouden worden voor overheidsbeleid dat aangrijpt bij markten, dat wil zeggen voor marktprikkel ('market-based instruments') in plaats van voorschrijvend gedrag ('command and control').

In de evolutionaire visie zijn de gevolgen van marktgericht beleid echter minder voorspelbaar dan volgens de neoklassieke theorie die ervan uitgaat dat alle bedrijven vanuit een zelfde gerationaliseerde manier reageren op beleid. De evolutionaire visie stelt juist centraal dat bedrijven sterk van elkaar verschillen in de techniek die ze inschakelen, in de verwachtingen die ze hebben over toekomstige ontwikkelingen in de markt en op technologiegebied, en in de routines van waaruit ze werken om op veranderingen te kunnen inspelen. Op korte termijn verschillen hierdoor ook de reacties op milieumaatregelen tussen bedrijven en is de effectiviteit (en efficiëntie) van de maatregelen moeilijk vast te stellen. Vanuit deze visie is er daarom minder reden om heel sceptisch te staan tegenover direct reguleren van technologiegebruik.

De combinatie van beide visies geeft nu de volgende antwoorden op de vraag waar een rol is voor overheidsingrijpen en hoe marktgerichte instrumenten daarbij kunnen helpen. In beide visies is er een rol voor de overheid om in te grijpen, namelijk daar waar door externaliteiten prikkels verkeerd werken of waar selectie verkeerd uitpakt. Waar voldoende informatie beschikbaar is, voor zowel overheid als individuen, en de problemen niet al te urgent zijn, kunnen marktconforme instrumenten direct de externaliteiten aanpakken. Bij urgente problemen kan de markt – qua reactie of selectie – te traag reageren,

zodat een technologievoorschrift beter werkt. Waar onvoldoende informatie beschikbaar is, is modulerend beleid nodig, waarbij de overheid belanghebbenden bij een bepaald milieuprobleem betreft in een proces van bewustwording, informatieverzameling en beleidsvorming (Kemp, 2000).

5.4 De hoofdprincipes achter milieu- en technologiebeleid

In de ideale situatie kan de overheid in een alomvattend plan haar beleid op ieder sociaal-economisch gebied – dus milieu en technologie, maar ook inkomensverdeling, werkgelegenheid, gezondheid, en noem-het-maar-op – perfect afstemmen. Dit vereist dat de overheid voor iedere externaliteit een onafhankelijk beleidsinstrument kan inzetten. We gaan nu na wat dit voor implicaties heeft voor de vormgeving van milieu- en technologiebeleid. We stellen dat, als hoofdprincipe, milieubeleid dient te zorgen voor kostendoorberekening aan vervuilers en dat technologiebeleid de aanbieders van nieuwe technologie moet compenseren voor kennis-spillovers. Later, in de volgende paragraaf, zal blijken hoe deze hoofdprincipes moeten worden verfijnd als de overheid beperkingen ondervindt in het afstemmen van beleid en over te weinig beleidsinstrumenten beschikt.

5.4.1 Optimaal milieubeleid: het Pigouvianse principe

Het hoofdprincipe voor milieubeleid is het zorgen voor ‘correcte prijzen’. Het Pigouvianse principe stelt dat de prijs van ieder goed de maatschappelijke milieukosten moet weerspiegelen. Dit kan bereikt worden door een heffing op de marktprijs te zetten ter grootte van de marginale schade die wordt toegebracht aan het milieu. Deze marginale schade is gelijk aan de som van wat alle inwoners van het land (hypothetisch) bereid zijn te betalen om de vervuiling gepaard gaande met dit product te voorkomen. Sterk vervuilende producten krijgen daardoor een grote heffing ten opzichte van minder vervuilende producten. De heffingen zorgen ervoor dat met name de vervuilende producten minder worden geconsumeerd. Consumenten (en afnemers van tussenproducten) zien de milieukosten expliciet gemaakt en als ze op de prijzen letten (wat ze doen volgens de standaard economische theorie) nemen ze dus vanzelf milieuoverwegingen mee bij het bepalen van hun uitgavenpatroon. Producenten van vervuilende producten zien dit aankomen en zullen nagaan of hun afzet en winst erbij gebaat is een minder vervuilend product aan te bieden waarover hun afnemers minder heffing betalen.

5.4.2 Optimaal technologiebeleid: compenseren voor spillovers

Technologie draait steeds om kennis. Ten eerste denken we aan kennis om bepaalde producten te produceren. Nieuwe kennis van deze soort komt beschikbaar door innovatie en ervaring. Ten tweede is er kennis om innovatie te kunnen toepassen. Dit betreft vaardigheden en menselijk kapitaal (human capital). Nieuwe kennis van deze soort komt beschikbaar door training en onderwijs, en als nevenproduct van onderzoeks- en ontwikkelingsactiviteiten (O&O). Ten derde is van belang kennis over de principes achter innovatie. Dit betreft wetenschap, gevoed door fundamenteel onderzoek in bedrijven en universiteiten (‘kennisinstellingen’).

Het centrale inzicht is dat de creatie van nieuwe kennis gepaard gaat met externaliteiten. Wie nieuwe kennis ontwikkelt, kan deze op een of andere manier te gelde maken, maar kan nooit alle maatschappelijke opbrengsten van de nieuwe kennis toe-eigenen. Een deel van de kennis lekt weg naar gebruikers zonder tegenoverstaande beloning, wat we aandui-

den met kennis-spillovers. Kennis is deels een publiek goed waarvan anderen gebruik maken zonder ervoor te betalen.

Technologiebeleid is dus gerechtvaardigd als het ervoor zorgt dat de ontwikkeling van nieuwe kennis beloond wordt naar rato van de maatschappelijke voordelen van de nieuwe kennis (Jaffe, 1996). Dit principe rechtvaardigt technologiebeleid op verschillende gebieden: innovatie, diffusiebeleid, onderwijs en wetenschap.

Innovatie

Een innoverend bedrijf kan een kostenreductie realiseren of een nieuw product op de markt brengen. Dit geeft hem hogere winsten omdat afnemers bereid zijn een prijs te betalen die boven de kosten ligt of omdat ze bereid zijn een hoge prijs te betalen voor het nieuwe product. De winsten zijn zo een teken dat de innovatie voldoet aan een maatschappelijke behoefte. Maar de maatschappelijke baten van technologische vooruitgang reiken mogelijk verder. Het innoverende bedrijf genereert – meestal onbedoeld – meer kennis dan uiteindelijk in zijn product wordt belichaamd. Nieuwe inzichten kunnen toepasbaar zijn op andere producten, bij andere producenten, in andere sectoren. De winsten die voortvloeien uit deze extra toepassingen komen zelden terecht bij de oorspronkelijke innovator zodat 'kennis-spillovers' optreden. De hoofdrede is dat, wanneer een nieuw inzicht eenmaal is gegenereerd, het moeilijk is om anderen uit te sluiten van deze kennis. Patenten bieden een ondernemer een zekere bescherming, maar tevens bevordert het patentsysteem kennisverspreiding. Immers het patentregister registreert de details van de technologie. De ondernemer kan ook proberen de technologische kennis geheim te houden, maar geheimhouding is altijd onvolledig. Zo raakt bijvoorbeeld door de mobiliteit van werknemers kennis verspreid. Kortom, door de bredere toepasbaarheid (niet-rivaliteit) en gebrekkige uitsluitbaarheid heeft kennis de karakteristieken van een publiek goed.

Diffusie

Technologiebeleid dient zich niet alleen te richten op innovatie, maar ook op diffusie en adoptie. Diffusie hangt, nog meer dan innovatie, af van economische factoren: het adopterende bedrijf vergelijkt de kosten en baten van de in te voeren technologie (zie hoofdstuk 3). Diffusie is maatschappelijk gezien te traag indien netto opbrengsten voor de gebruiker onder de maatschappelijke opbrengsten liggen.

Veel van de externaliteiten die innovatiebeslissingen verstoren zijn ook van toepassing op diffusie. Het onderscheid tussen diffusie en innovatie is namelijk niet in alle gevallen even scherp. Eenvoudige nieuwe apparaten die als directe substituten voor oudere apparaten functioneren (spaarlampen, vrieskasten) zijn zonder meer aan te kopen en in te zetten. In de meeste gevallen moet echter het productieproces worden aangepast aan de nieuwe technologie (hoog-rendementketel, retrofit, warmte-krachtkoppeling). Er zijn dan complementaire investeringen en innovaties nodig. Mogelijk komen in samenspraak tussen afnemer en technologie aanbieder aanpassingen en verbeteringen tot stand, of moeten binnen de onderneming nieuwe vaardigheden en procedures worden ontwikkeld. In feite ontstaat hierdoor in het proces van adoptie nieuwe kennis die ook voor anderen bruikbaar is. Het weglekken van kennis naar anderen (positieve kennis-spillovers) leidt tot onderinvestering in de vorm van een te trage diffusie en de maatschappij is gebaat bij het versnellen van diffusie.

Te geringe diffusie ontstaat ook door informatieproblemen. Er is een fundamentele reden waarom bedrijven meestal over te weinig informatie beschikken over de potentie

van een nieuwe technologie. Informatie is namelijk nauwelijks als een normaal economisch goed met een goed functionerende markt te beschouwen. Door het deels publieke goed karakter (moeilijke uitsluitbaarheid, niet-rivaliteit) verschaffen aanbieders te weinig informatie en investeren gebruikers al gauw te weinig in het op de hoogte geraken van nieuwe, voor hun potentieel relevante ontwikkelingen. De overheid zou dan gebruikers kunnen informeren over nieuw beschikbare technieken via demonstratie-projecten.

Onderwijs en wetenschap

Innovatie bouwt voort op inzichten uit de wetenschap en vereist vakkundig personeel. Deels zorgt de arbeidsmarkt voor de juiste prikkels. Een grote vraag naar geschoold personeel verhoogt de lonen en beïnvloedt de scholingskeuze. Deels ook komen de maatschappelijke opbrengsten van scholing niet in de lonen tot uitdrukking en is ingrijpen gerechtvaardigd. Dit argument geldt nog sterker voor wetenschapsbeoefening. Overigens is het bestaan van significante positieve externe effecten in scholing een discutabel punt in de literatuur: private en sociale opbrengsten liggen veel dicht bij elkaar voor scholing dan voor innovatie (vergelijk Jacobs, 2001; Teulings en Van Rens, 2003).

Een cruciale vraag in onze context is of scholing en wetenschap op het terrein van milieutechnologie meer ondersteuning behoeven dan op andere terreinen. Volgens de hierboven geschetste principes zou dit alleen zo zijn als de maatschappelijke spillovers bij training in en wetenschappelijk onderzoek naar milieutechnologie relatief groot zijn ten opzichte van andere soorten training en onderzoek. Het feit dat milieutechnologie een relatief nieuw terrein is waar nog veel mogelijkheden braak liggen pleit voor. Tegen pleit het argument dat milieutechnologie niet als een zelfstandig geheel losgezet kan worden van andere technologie, en als zodanig slechts in geringe mate specifieke vaardigheden vergt. Zoals in paragraaf 5.2 uiteengezet, is milieutechnologie niet los te zien van technologie in zijn algemeenheid. Specifiek stimuleren van onderwijs in milieutechnologie is dus overbodig.

5.4.3 Optimaal coördinatiebeleid: voorkomen van 'lock-in'

Coördinatiegebreken kunnen worden voorkomen door producenten van samenhangende technologieën te laten samenwerken of fuseren, wat spanningen kan oproepen met mededingingsbeleid. Een andere oplossing is dat de overheid zich opwerpt als een grote speler, die bereid is initieel zulke grote investeringen te doen dat de rest bereid is te volgen. Dit kan via aankoopbeleid (bijvoorbeeld dubbele beglazing in alle overheidsgebouwen of een elektrische auto voor alle elke ambtenaar) of via subsidies voor de specifieke investeringen waarvoor de coördinatiegebreken optreden. Merk op dat dit soort beleid al snel de vorm aanneemt van technologiebeleid en minder aanstuurt via milieuvariabelen.

Voorwaarde voor succes is zekerheid over het bestaan van complementaire investeringen en ontbreken van marktcoördinatie. Dit vereist dat de specifieke stimulering kan worden opgeheven zodra de investeringen zijn gedaan, en dat de technologie dan commercieel rendabel blijft. Er dienen voldoende aanwijzingen te zijn dat de te coördineren investeringen leiden tot een nieuw systeem van samenhangende technologieën dat niet alleen beter is dan het oude systeem, maar ook beter dan alternatieve nieuwe systemen. Kortom, lock-in in een nieuwe maar inferieure technologie moet worden voorkomen.

5.4.4 Implicaties

Het ideale (welvaart maximaliserende) beleid belast emissies naar rato van de maatschappelijke kosten en subsidieert kenniscreatie naar rato van de kennis-spillovers. Deze vormgeving van beleid heeft een aantal belangrijke implicaties (vergelijk Pieters *et al.*, 2001).

'Demand pull': milieubeleid lokt innovatie uit.

Milieubeleid prijst schaarste van natuurlijke hulpbronnen. Dit creëert een markt voor producten die zuiniger omgaan met hulpbronnen. Aldus stimuleert het innovatie. Er zijn verschillende theoretische studies die wijzen op het belang van marktconform milieubeleid voor innovatie. Milieuheffingen, of andere manieren om milieuschaarste van een prijs te voorzien, leiden ertoe, dat bedrijven zelf op zoek gaan naar de goedkoopste technologische optie om vervuiling te reduceren en dat bedrijven die kiezen voor de efficiëntste manier gemakkelijker het selectieproces in de markt overleven. In principe zou de overheid kunnen uitzoeken welke technologie het goedkoopst is om de milieudoelstelling te behalen en deze technologie aan bedrijven kunnen voorschrijven. De stelling is dat het voorschrijven van technologie minder gewenst is dan het toepassen van marktgerichte instrumenten, omdat de laatste bedrijven in staat stelt hun informatievoorsprong op de overheid uit te baten en nieuwe informatie (met name nieuw beschikbare technologie) onmiddellijk te benutten.

Milieubeleid is geen industriebeleid

Bij milieu-externaliteiten moet vervuiling belast worden naar rato de reductie ervan een bijdrage levert aan het bereiken van de milieudoelstelling. Kosteneffectief beleid vergt dus dat een schadelijke stof die gebruikt wordt in een bepaald product tegen hetzelfde tarief belast dient te worden als dezelfde schadelijke stof in een ander product. Als een bepaalde sector zou worden ontheven van de heffing, dan zou de schadelijke stof daar relatief goedkoop zijn. Prijsbewuste klanten zullen daardoor de heffing ontlopen, door wat meer in de vrijgestelde sector te kopen. Een naar sector gedifferentieerde heffing leidt ertoe dat prijsbewuste afnemers hun verantwoordelijkheid ontlopen om alle kosten van het milieu mee te wegen. Ontheffingen zijn uit den boze; differentiatie in de milieuheffingen zijn alleen gerechtvaardigd (en zelfs noodzakelijk) als ze differentiatie in milieuschade weerspiegelen. Zo kunnen energieheffingen pas efficiënt (dat wil zeggen kostenminimaliserend) zijn als energie belast wordt naar rato van de uitstoot van schadelijke stoffen (dus benzine wordt meer belast dan LPG), en niet naar de energie-inhoud (dus een koolstofbelasting voldoet, een belasting op energie-inhoud niet).

Milieutechnologiebeleid is overbodig...tenzij van systeeminnovaties sprake is

Adoptiesubsidies versnellen de adoptie van zuiniger technieken en dit zal ten goede komen aan het milieu. Aldus versterkt technologiebeleid het milieubeleid. Afzonderlijk milieutechnologie beleid is in principe niet nodig. Energie-zuinige technologie hoeft niet sterker gesubsidieerd te worden dan energie-intensieve technologie, zolang bedrijven beloond worden voor de kennis-spillovers, en zolang de energieprijzen de milieu-effecten weerspiegelt. Volgens dezelfde logica moet de redenering worden verworpen dat een milieuheffing hoger zou moeten zijn dan de maatschappelijke marginale milieuschade om snellere innovatie of diffusie van schonere technieken uit te lokken. De Pigouvianse milieuheffing (ter grootte van de marginale schade) stimuleert op zich al voldoende aan schone technologie, immers het innoverend bedrijf internaliseert nu precies de maatschappelijke milieukosten. Technologie-subsidies garanderen dat het innoverend bedrijf ook de baten van kennis-

spillovers internaliseert. Uitzondering zijn uiteraard situaties waarin sprake is van netwerk externaliteiten, coördinatiegebreken en lock-in. In dat geval kan beleid gericht op de (gecoördineerde) investering in een specifieke technologie nodig zijn. De praktijk kent echter weinig succesvoorbeelden, omdat onzekerheid over de te kiezen technologie steeds te groot is.

5.5 Beleid bij beperkt beleidsinstrumentarium

De hoofdprincipes voor technologie- en milieubeleid, zoals in de voorgaande paragraaf als uitgangspunt voorgesteld, behoeven aanvullingen en aanpassingen als niet alle sociaal-economische problemen in samenhang en met de juiste instrumenten aan te pakken zijn waardoor niet alle externaliteiten gelijktijdig zijn gerepareerd (op milieu- en technologiegebied, en op alle andere sociaal-economische terreinen). Deze aanpassingen zijn in de praktijk relevant. Beleid kan niet tegelijk alle problemen aanpakken, niet onmiddellijk reageren op nieuwe problemen, en zal zo achter de feiten aan hollen. Bepaalde beleidsinstrumenten zijn moeilijk toe te passen vanwege grote uitvoeringskosten. Te gedetailleerde regelgeving leidt tot de hoge bureaucratische lasten. Het gevolg is dat beleid blijft gebonden aan imperfecte instrumenten die vaak meerdere doelen moeten dienen.

5.5.1 Bureaucratische lasten

Een eerste obstakel voor pure toepassing van de hoofdprincipes voor beleid is het gebrek aan beleidsinstrumenten. Onmogelijk kan voor iedere specifieke externaliteit een apart fiscaal instrument in het leven worden geroepen (Kemp, 2003). Administratieve kosten die gepaard gaan met regelgeving zouden, zowel voor de belastingbetaler als de wetgever, de pan uitrijzen. Smulders en Vollebergh (2001) analyseren de situatie waarin administratieve lasten van belasting betalen, belasting heffen, en controleren niet te verwaarlozen zijn. Het is dan efficiënt om niet voor iedere externaliteit een apart fiscaal instrument in te zetten, om zodanig de administratieve last af te wegen tegen de regulerende werking van de heffing. Als bovendien de administratieve lasten verschillen tussen sectoren, is het efficiënt om sectoren met hogere (marginale) administratieve lasten een lagere milieuheffing op te leggen, waardoor dus de bovengenoemde regel van uniforme belasting wordt doorbroken. We moeten dus deze regel uit paragraaf 5.4.4 verfijnen in de volgende zin: gedifferentieerde milieuheffingen moeten voorkomen worden, tenzij significante verschillen in administratieve lasten de basis kunnen vormen voor differentiatie.

5.5.2 Ontbreken van instrumenten voor technologiebeleid

Het ideale technologiebeleid – subsidiëring naar rato van de kennis spillovers – is in de praktijk erg lastig, omdat niet te voorzien is hoeveel spillovers uit bepaald onderzoek gaat voortvloeien. Een mogelijkheid is om speur- en ontwikkelingsactiviteiten generiek een subsidie toe te kennen die compenseert voor de gemiddelde spillovers die in het verleden gemeten zijn. Het nadeel van generieke subsidies is dat ze te vaak hun doel missen en erg kostbaar zijn. Bedrijven die toch wel zouden innoveren krijgen een extraatje, maar hun gedrag verandert niet.

Het tegenovergestelde alternatief om enkele speerpunten heel gericht te subsidiëren is al evenmin wenselijk. Het creëert een te sterke band tussen de verdelers van de subsidies en de ontvangers, waardoor lobbyen en eigenbelang tegen het maatschappelijk belang zal gaan werken. Selecteren van de juiste technologieën vereist te gedetailleerde informatie

wat leidt tot te hoge bureaucratische last voor bedrijven. De markt is beter in 'picking winners' dan de overheid omdat ze over betere informatie beschikt. Tenslotte is industrie-specifieke steun in strijd met handelsverdragen.

Lipsey en Carlaw (1998) pleiten daarom voor een intermediaire vorm van technologiebeleid met als doel het stimuleren van bepaalde procedures voor commerciële speur- en ontwikkelingsactiviteiten. Voorbeelden hiervan zijn contacten tussen universiteiten en ondernemingen als ook samenwerking tussen bedrijven in de onderzoeksfase, zodat informatie en kennis zich verspreiden.

Op het moment dat technologie-instrumenten imperfect werken of ontbreken, rijst de vraag of milieueffingen extra hoog gesteld moeten worden om groene technologieën stimuleren. Dit lijkt niet verstandig. Het is op voorhand niet duidelijk waarom op milieu gerichte innovatie meer kennis-spillovers zou genereren dan andere innovatie. Extra hoge milieueffingen (namelijk die boven de marginale milieuschade) zouden innovatie-inspanningen teveel richten naar milieu-technologie, en zo de kennisproductie in andere sectoren onevenredig benadelen.

Het recentere debat spitst zich toe op de vraag welke van de marktconforme instrumenten het meest effectief is in het ontlokken van innovatie, met name wanneer geen technologie-beleid kan worden gevoerd. Geen eenduidige voorkeur voor bijvoorbeeld milieueffingen ten opzichte van verhandelbare emissierechten is te bepalen, omdat deze van omstandigheden afhangt als de mate van kennis-spillovers en de omvang van de markt (Fischer e.a. 2003). Waarschijnlijk zijn milieueffingen superieur. Bij verhandelbare emissierechten moeten bedrijven rekening houden met schommelingen in de prijs van emissierechten. Naarmate meer bedrijven schonere technologie adopteren, zal deze prijs dalen. Dit komt ook ten goede aan de bedrijven die niet adopteren. Er is dus altijd een prikkel voor een kleine groep bedrijven om niet over te gaan op de schonere technologie en mee te liften op de inspanningen van adopterende bedrijven. Bij milieubelastingen ontstaat dit meelifgedrag niet en ontstaat meer adoptie (Requate en Unold, 2003)

5.5.3 Ontbreken van instrumenten voor milieubeleid

Op het moment dat milieubeleid nog niet, of onvoldoende, vorm is gegeven, kan het nodig zijn om aan milieutechnologie extra steun te geven om het ontbreken van een markt voor schone producten te compenseren. We lijken dan in de buurt te komen van het traditionele Nederlandse beleid waarin milieubeleid loopt via het afgeven van vergunningen voor het gebruik van bepaalde technologieën.

Twee kanttekeningen zijn hierbij op zijn plaats. Ten eerste kan milieubeleid via technologievoorschriften alleen kosteneffectief werken bij hoge kosten van monitoring (zodat emissieheffingen te kostbaar zijn en tot te grote bureaucratische druk leiden), en bij een niet-complexe technologische omgeving (zodat gemakkelijk is vast te stellen welke techniek voor welke bedrijven het goedkoopst de emissies reduceert). Ten tweede moeten directe technologievoorschriften als doel op zich worden vermeden. Doel blijft het milieueffect, dus bedrijven moet de flexibiliteit worden geboden alternatieve technieken te gebruiken als deze milieuverbeteringen opleveren tegen lage kosten. De vergunningenlijst zou meer moeten dienen als een richtlijn en inventaris van wat voor bedrijven mogelijk is, dan als voorschrift (zie Pieters *et al.*, 2001).

5.5.4 Compensatie en de betrouwbaarheid van de overheid

Behalve bureaucratische lasten en het ontbreken van milieu-instrumenten vormen ook effecten op de inkomensverdeling een obstakel voor technologie- en milieubeleid. Het moge duidelijk zijn dat iedere vorm van milieu- of technologiebeleid in principe verschillend uitpakt voor verschillende partijen. Als voorbeeld van verdelingseffecten bij milieubeleid kunnen we maatregelen tegen lawaaioverlast nemen. Het zijn de omwonenden rond Schiphol die profiteren van reductie in lawaaioverlast als beleid de groei van Schiphol aan banden legt. Maar de reizigers en mensen met een belang in het vliegveld dragen de kosten. Ook bij technologiebeleid treden verdelingseffecten op. Een technologiesubsidie zal de innoverende partij bevoordelen, maar benadeelt het bedrijf dat door de innovatie uit de markt wordt gedrukt.

In zijn algemeenheid ontstaan verdelingseffecten omdat agenten verschillen in hun bezit aan 'specifiek kapitaal'. Dit begrip omvat productiefactoren die speciaal productief zijn in een bepaalde activiteit, en niet zonder verlies aan productiviteit zijn over te brengen naar andere activiteiten. Een huizenbezitter in de omgeving van Schiphol ziet hoe milieubeleid de waarde van zijn huis bepaalt. Zij incasseert waardedalingen bij tegenvallend beleid, wat zij niet kan voorkomen door het huis op te pakken en naar elders te verplaatsen. Bij gunstig milieubeleid strijkt de huizenbezitter een winst ('rent') op. Een werknemer investeert in menselijk kapitaal dat mogelijk sterk aan een bepaalde sector is gebonden. Als beleid deze sector benadeelt, kost het op zijn minst tijd om een baan in een andere sector te vinden en opnieuw te investeren in scholing en opleiding om een even grote productiviteit te behalen als voorheen. Het voorbeeld geeft aan dat de verdelingsproblemen mogelijk tijdelijk zijn en de vorm aannemen van 'aanpassingskosten'.

Het efficiënte milieubeleid moet winst en verlies van bepaalde groepen tegen elkaar afwegen, om zo 's lands belang als geheel te behartigen. Een redelijke weging vereist dat de winst voor de winnaars voldoende groot is om tenminste de verliezers in principe te kunnen compenseren. Deze compensatie kan ook feitelijk uitgevoerd worden om efficiënt beleid te combineren met inkomensbeleid. Zo'n compensatie moet overigens zelf op efficiënte wijze geschieden (zie Baumol en Oates, 1988): zij mag op zich geen verkeerde prikkels geven. Zo zou het verkeerd zijn om burgers een groter bedrag te beloven naarmate zij kunnen aantonen meer schade te ondervinden van milieubeleid. Immers dit zou de prikkel geven om minder moeite te doen de schade te ontwijken; het is als het ware een subsidie op onvoorzichtig gedrag.

In de praktijk is efficiënte compensatie erg moeilijk en blijft daarom vaak achterwege, wat voor verschillende groepen reden is om op te komen voor hun eigen deelbelangen. Compensatie voor onverwachte negatieve inkomensgevolgen is nodig voor de geloofwaardigheid van het beleid, met name in tijden van snelle veranderingen. Enerzijds moet de overheid adequaat reageren op nieuwe milieuproblemen omwille van de algemene welvaart. Anderzijds leiden frequente wijzigingen in de (milieu)regulering voor het bedrijfsleven tot onzekerheid en onverwachte bedrijfsverliezen, wat investeren uiteindelijk moeilijk maakt en via dit kanaal de algemene welvaart schaadt. Bovenberg *et al.* (2003) pleiten ervoor dat de overheid zich daarom moet binden om slachtoffers van onvoorziene beleidsveranderingen te compenseren. Dit komt ten goede aan de betrouwbaarheid van de overheid zonder de efficiëntie te schaden, mits de compensatie alleen optreedt bij gevallen die bedrijven niet hebben kunnen zien aankomen en waartegen zij zich niet hebben kunnen verzekeren.

5.6 Conclusies

Milieubeleid kan, mits goed vormgegeven, innovatie en diffusie van schone technologie uitlokken. Voorwaarde is dat milieubeleid bedrijven niet vaststaande technologie voorschrijft, maar hun de flexibiliteit biedt zelf technologie te kiezen of te ontwikkelen. Milieubeleid via milieuheffingen of verhandelbare emissierechten voldoet aan deze voorwaarde. Dit type milieubeleid zorgt voor het 'prijzen van schaarste', wat we als eerste hoofdprincipe van milieubeleid hebben opgevoerd. De kosten van milieubeleid zullen bij toepassing van dit hoofdprincipe lager zijn dan bij 'command and control' beleid dankzij de uitgelokte innovatie. Het feit dat bedrijven hun technologie endogeen aanpassen aan veranderende omstandigheden maakt het extra belangrijk te kiezen voor kosteneffectief milieubeleid. Iedere vorm van milieubeleid die de marktpositie van bedrijven te veel aantast door kostbare milieumaatregelen, vermindert hun winstpositie en leidt tot het wegdrukken van investeringen en innovatie in niet-milieu-gerelateerde richting.

Stimuleren van specifieke concrete schone technologieën is gerechtvaardigd als milieuschaarste niet in prijzen tot uitdrukking is te brengen (de marktprikkels voor het uitlokken van schone technologie ontbreken dan) of als het invoeren van een maatschappelijk gewenste schone technologie complementaire investeringen vergt bij verschillende bedrijven die door een gebrek aan coördinatie in de markt achterwege blijven. Het eerste geval is relevant wanneer milieuheffingen of verhandelbare emissierechten tot te hoge bureaucratische last zouden leiden (bijvoorbeeld bij kleinverbruikers en in geval van hoge kosten van controle op de naleving). Het tweede geval is relevant bij systeeminnovaties en 'transities' naar duurzamere energie- en transportsystemen.

Voor het Nederlandse beleid lijken enkele verschuivingen in de instrumenten van milieubeleid gewenst. Hiermee komen we terug op de vragen die in de inleiding werden gesteld. Ten eerste is de verschuiving naar marktgerichte instrumenten aan te moedigen. Een milieumarkt creëren, door het prijzen van milieuschaarste, is 'altijd' de moeite waard. In niet-complexe situaties zal dit innovatie en diffusie uitlokken. Vanuit de neoklassieke theorie gezien geeft geprijsde milieuschaarste prikkels. Vanuit de evolutionaire theorie zorgt het voor selectie. Eventuele problemen ontstaan in de vorm van excessieve bureaucratische last als implementatie en controle op naleving te kostbaar is. Hiertegenover staat dat vergunningenbeleid net zo goed een bureaucratische last oplevert én bovendien de maatschappij verslaafd maakt aan een systeem met weinig prikkels of selectiekracht. Een alternatief is het creëren van latente/potentiële milieumarkt via convenanten (met dreiging) of sociale signalen (reputatie). De overheid kan het beste een milieumarkt creëren door met grote helderheid milieudoelstellingen af te kondigen, zich consistent voor deze doelstellingen in te zetten en zich eraan te binden. Bedrijven weten dan waar de overheid, vroeg of laat, naar zal handelen en zullen hun gedrag aanpassen. Tenslotte vergt marktgericht beleid ook een compensatiebeleid om ongewenste verdelingseffecten te voorkomen.

Ten tweede is een verschuiving van de nadruk op 'technology push' naar 'demand pull' van belang. Het eerste komt neer op het voorschrijven van specifieke bestaande technologie en is in de meeste gevallen ongewenst. Het prijzen van milieuschaarste zorgt voor een 'demand pull'. Toch is het de vraag of dit alleen voldoende innovatie uitlokt. Technologie forcering via milieuheffingen is een te kostbare zaak als het niet gekoppeld is aan technologiebeleid om te compenseren voor kennisspillovers. Het technologiebeleid zou moeten verschuiven van specifiek naar algemeen. Technologiebeleid is meest succesvol in de vorm van kennisbeleid, voorzover het diffuse (algemeen toepasbare) kennis betreft. Technologie-specifiek technologiebeleid kan succesvol werken in de vorm van demonstratieprojecten en technologie-netwerken wanneer coördinatieproblemen dreigen. Voorwaarde is dat het beleid is gekoppeld aan heldere milieudoelstellingen.

Ten slotte is het duidelijk dat bij het stimuleren van transitie naar nieuwe systemen van samenhangende duurzame technologieën concreet technologiebeleid nodig is. Het dilemma is dat enerzijds lock-in in een inferieure technologie moet worden doorbroken, maar dat anderzijds het steunen van een concrete alternatieve technologie opnieuw het gevaar van ongewenste lock-in meebrengt omdat er meestal onzekerheid is over de kosten en opbrengsten van de nieuwe technologie. Iedere steun aan concrete specifieke technologie heeft het gevaar van inflexibiliteit in zich. Het zou daarom gepaard moeten gaan met heldere formulering van de milieudoelstelling als rechtvaardiging van de technologie-steun. Het moet bedrijven en consumenten duidelijk zijn dat technologievoorschriften en eventuele diffusiedoelstellingen in dienst staan van een milieudoelstelling en daarom voortdurend kunnen veranderen als de omstandigheden veranderen. Als de milieudoelstelling helder en constant is, kunnen zijn deze veranderingen te anticiperen. Convenanten en transitiebeleid kunnen deze communicatie, anticipatie en aanpassingen stroomlijnen.

Literatuur

- Baumol, W.J. en W.E. Oates (1988). *The Theory of Environmental Policy* (2nd edition), Cambridge: Cambridge University Press
- Bovenberg, A.L., H.P. van Dalen en C.N. Teulings (2003). *De Calculus van het publieke belang* Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Ministerie van Financiën
- Fischer, C., I. Parry en W. Pizer (2003). 'Instrument Choice for Environmental Protection when Technological Innovation is Endogenous', *Journal of Environmental Economics and Management*, 45, 523-545
- Fukasaku, Y. (2000). 'Innovation for Environmental Sustainability: a Background', in OECD Proceedings *Innovation and the environment*, Parijs: OECD
- Goulder, L. and S. Schneider (1999). 'Induced Technological Change and the Attractiveness of CO₂ Abatement Policies', *Resource and Energy Economics*, 21, 211-253
- Grubb, M. en D. Ulph (2002). 'Energy, the Environment and Innovation', *Oxford Review of Economic Policy*, 18 (1), 92-106
- Jacobs, B. (2001). 'Het betwistbare nut van hogere onderwijsuitgaven', *Socialisme en Democratie*, 58(2), 20-26
- Jaffe, A.B. (1996). 'Economic Analysis of Research Spillovers; Implications for the Advanced Technology Program', National Institute of Standards and Technology. <http://www.atp.nist.gov/eao/gcr708.htm>
- Jaffe, A.B., R.G. Newell en R.N. Stavins (2003). 'Technological Change and the Environment', in K.-G. Mäler en J.R. Vincent (red), *Handbook of Environmental Economics*, Amsterdam: Elsevier Science, 1, Chapter 11, 461-516
- Jaffe, A.B., S.R. Peterson, P.R. Portney, en R.N. Stavins (1995). 'Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?', *Journal of Economic Literature*, 33, 132-163
- Kemp, R. (2000). 'Technology and Environmental Policy: innovation effects of past policies and suggestions for improvements', OECD Proceedings, *Innovation and the Environment*, Paris: OECD
- Kemp, R. (2003). 'Milieu-Innovatie', in: D. Wiersma *et al.* (red), *Milieu tussen markt en overheid*, Groningen: Wolters Noordhoff
- Krozer, Y. (2002). *Milieu & Innovatie* proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen
- Lipsey, R. en K. Carlaw (1998). 'Technology Policies in Neoclassical and Structuralist-Evolutionary Models', *STI Review* 22, 31-73

- Nelson R.R. en S.G. Winter, (1973). 'Toward an Evolutionary Theory of Economic Capabilities', *American Economic Review*, 63(2), 440-449
- Nelson, R.R. en S.G. Winter, (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, M.A.: Harvard University Press
- Newell, R.G., A.B. Jaffe, en R.N. Stavins (1999). 'The Induced Innovation Hypothesis and Energy-Saving Technological Change', *Quarterly Journal of Economics*, 114, 941-975
- Pieters, J., S. Smulders en H.R.J. Vollebergh (2001). 'Milieu, technologie en kennis', in: R. Gradus, J. Kremers and J. van Sinderen (eds), *Nederland kennisland? Kennis en innovatie Uitdagingen voor het economisch beleid*, Leiden: Stenfert Kroese, 403-421
- Requate, T. en W. Unold (2003). 'Environmental Policy Incentives to Adopt Advanced Abatement Technology: Will the True Ranking Please Stand Up?', *European Economic Review*, 47, 125-146
- Schmalensee, R. (1994). 'The Cost of Environmental Protection', in: M.B. Kotowski (ed), *Balancing Economic Growth and Environmental Goals*, American council for capital formation, Center for Policy Research, Washington DC, 55-75
- Smulders, J. (1998), 'Technological Change, Economic Growth and Sustainability', in: J van den Bergh en M. Hofkes (eds), *Theory and Implementation of Models for Sustainable Development*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Smulders, S. (2000), 'Economic Growth and Environmental Quality', in: H. Folmer and L. Gabel (red), *Principles of Environmental Economics*, Cheltenham: Edward Elgar, 602-664
- Smulders, S. en H. Vollebergh (2001). Green Taxes and Administrative Costs: the Case of Carbon Taxation, in: C. Cararo and G. Metcalf (eds.), *Distributional and Behavioral Effects of Environmental Policy*, Chicago: University of Chicago Press, 91-130
- Teulings, C. en Th. van Rens (2003). *Education, Growth and Income Inequality*, CEPR discussion Paper 3863